

Efeito do 1-metilciclopropeno em pêra 'Rocha' em diferentes estados de maturação armazenadas em atmosfera normal

André Alpalhão¹, Cláudia Neto¹, Luís Goulão¹, Josué Clemente², Jorge Henriques³, Inês Lourenço³ & Cristina M. Oliveira¹

¹Secção de Horticultura, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, Portugal. crismoniz@isa.utl.pt

²Selectis, Herdade das Praias, Apartado 120, E.C. Bonfim, 2901-877 Setúbal.

jcclemente@selectis.pt

³Central de Frutas do Painho, S.A., Estrada Nacional 115, km 16, 2550-108 Cadaval, Portugal. tecnico@cfpainho.com

Resumo

Avaliou-se o efeito do 1-metilciclopropeno (1-MCP) na inibição do amadurecimento de peras 'Rocha' (três ensaios correspondentes a três estados de maturação) em condições de conservação frigorífica em atmosfera normal a 0 °C e 90-95 % HR. Vinte e quatro horas após a colheita, os frutos foram tratados com 300 ppb de 1-MCP por fumigação a 0 °C durante 24 horas. Ao longo de um período de conservação de 7 meses foram realizadas amostragens com intervalos de cerca de 2 meses, tendo-se medido a dureza da polpa, a cor, a acidez titulável e o teor em sólidos solúveis. Estas medições foram efectuadas à saída da câmara e após um período de prateleira de 7 e 15 dias. O efeito do tratamento e o nível de inibição na evolução das características de qualidade foram condicionados pelo estado de maturação das peras na altura do tratamento com 1-MCP. Num estado de maturação menos avançado registaram-se efeitos significativos na cor e na acidez à saída da câmara e após 7 dias à temperatura ambiente. Efeitos significativos na dureza da polpa apenas ocorreram após 7 dias à temperatura ambiente. Num estado de maturação intermédio registaram-se efeitos significativos na cor, na acidez e na dureza da polpa à saída da câmara, no início do período de conservação (82 dias de conservação) e aos 7 e 15 dias à temperatura ambiente. Durante todo o período de conservação, a acidez manteve-se sempre mais elevada nas peras tratadas (50 % superior), mesmo após 15 dias a 20 °C. Num estado de maturação mais avançado, não se verificou efeito do 1-MCP em nenhuma característica. Nos ensaios cujos frutos não se encontravam com um estado de maturação demasiado avançado, a aplicação de 300 ppb de 1-MCP permitiu uma maior manutenção da dureza da polpa, cor e acidez durante o período de conservação frigorífica, tendo também provocado menor perda de dureza, mais lenta mudança de cor e maior retenção da acidez nos frutos, quando retirados da câmara de conservação e colocados a 20 °C.

Palavras-chave: 1-MCP, qualidade, conservação, amadurecimento, pomóideas

Abstract

Effect of 1-methylcyclopropene on 'Rocha' pears at different stages of maturity stored under normal atmosphere. The effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on the ripening of 'Rocha' pears harvested with different stages of maturity, during a cold storage period of seven months was evaluated. Twenty four hours after harvest, the fruits were treated with 300 ppb of 1-MCP for 24 h at 0 °C. The fruits were stored under normal atmosphere at 0 °C and 90-95 % RH. Fruit samples were removed from storage periodically and pulp firmness, skin colour, soluble solid content, starch index and titratable acidity were evaluated, immediately and after a

shelf-life period of 7 and 15 days at 20 °C. The results suggested that 1-MCP treatment delayed the loss of pulp firmness, titratable acidity and colour changes during the cold storage period. The same effects were noted when the pears were removed from the chamber and allowed to ripen at 20 °C. However the efficacy of 1-MCP on the inhibition of the development of the quality attributes was affected by the stage of maturity of the pears before the treatment.

Keywords: 1-MCP, ripening, quality, pome fruits, storage

Introdução

As peras são frutos climactéricos, nos quais as principais modificações desvantajosas resultantes da maturação são reguladas pela produção interna de etileno e pelo aumento da taxa respiratória. Durante o amadurecimento são verificadas nos frutos alterações na firmeza da polpa, na cor, na acidez, no teor em açúcares e produção de aromas.

O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é um inibidor que actua ligando-se irreversivelmente aos receptores do etileno, evitando os seus efeitos nos tecidos. Esta substância, quando aplicada a concentrações inferiores 1 ppm durante períodos de tratamento relativamente curtos, bloqueia os receptores do etileno, tornando os tecidos temporariamente insensíveis quer ao etileno endógeno quer ao etileno exógeno (Sisler & Serek, 1997).

Como tem sido mostrado em outros frutos climactéricos, o tratamento com 1-MCP também atrasa o processo de maturação gustativa em muitas cultivares de pêra (Mitcham et al., 2001; Calvo 2003; Ekman et al., 2003; Calvo 2004; Calvo & Sozzi 2004; Bai & Chen 2005; Isidoro 2005; Neto et al., 2005; Rizzolo et al., 2005; Zerbini et al., 2005). As reacções típicas ao tratamento com 1-MCP são atrasos na mudança de cor, no amolecimento e na perda de acidez.

Segundo Isidoro (2005), uma aplicação correcta de 1-MCP pode ser uma prática extremamente importante para regular o amadurecimento da pêra ‘Rocha’ após o período de armazenamento, reduzindo a velocidade de amadurecimento das peras à temperatura ambiente e podendo, desta forma, aumentar a vida comercial do fruto, particularmente em mercados onde a cadeia de frio é normalmente interrompida.

O uso de 1-MCP poderá também ter interesse na medida em que possibilita uma maior manutenção das características de qualidade durante o período em conservação em câmara frigorífica. Segundo Neto et al. (2005), a aplicação de 300 ppb de 1-MCP permitiu manter a dureza da polpa e acidez titulável em pêra ‘Rocha’ conservada em atmosfera normal durante cerca de sete meses.

Muitos factores devem ser considerados na utilização do 1-MCP, incluindo a cultivar, o estado de maturação, o período de tempo entre a colheita e a aplicação do tratamento e o número de aplicações (Blankenship & Dole, 2002). A duração dos efeitos da aplicação de 1-MCP em peras é influenciada pela concentração de 1-MCP, pela temperatura e duração do tratamento, pelo estado de maturação dos frutos aquando do tratamento e pelo tempo de conservação após o tratamento (Mitcham et al., 2001).

Segundo Isidoro (2005), a concentração óptima para a pêra ‘Rocha’ estará compreendida entre 100 e 500 ppb de 1-MCP, pois os seus frutos não beneficiam com tratamentos a concentrações de 1-MCP superiores a 500 ppb.

Neste trabalho, foram avaliados os efeitos de uma concentração de 300 ppb de 1-MCP aplicado após a colheita, na evolução das características de qualidade em peras com diferentes estados de maturação e conservadas em regime de atmosfera normal a 0 °C e 90-95 % HR.

Material e Métodos

Para a realização dos três ensaios de aplicação de 1-MCP (denominados ensaio 1, ensaio 2 e ensaio 3), foram utilizadas peras colhidas em 17 de Agosto de 2004 e 18 e 25 de Agosto de 2005, de dois pomares comerciais situados no concelho do Cadaval. Após a colheita, foi efectuada uma amostragem de 100 frutos, posteriormente divididos em 4 repetições de 25 frutos para análise das características iniciais de qualidade: peso, calibre, cor da epiderme (colorímetro Minolta Meter CR-300), dureza da polpa (penetrómetro de bancada digital montado – Tr 53205, apetrechado com uma sonda de 8 mm de diâmetro e uma profundidade de penetração de 7,9 mm), teor em sólidos solúveis (refractómetro portátil – Atago N 50E), acidez titulável e índice de regressão do amido (Avelar & Rodrigues, 1999).

Após a colheita, os frutos foram mantidos a 0 °C durante 24 h. Posteriormente, foram aplicadas 300 ppb de 1-MCP por fumigação num palox de $1,0 \times 1,2 \times 0,55$ m, coberto por um plástico, numa câmara em condições de atmosfera normal durante 24 h. Os frutos foram mantidos até às respectivas datas de amostragem numa câmara de atmosfera normal a uma temperatura de 0 °C e humidade relativa de 90-95 %. No ensaio 1, as peras foram conservadas numa câmara comercial com um volume de $12,25 \times 10,5 \times 8$ m³, enquanto nos ensaios 2 e 3 as peras foram conservadas numa câmara com um volume de $4 \times 2,8 \times 2,43$ m³.

Durante um período de conservação de 7 meses foram realizadas amostragens de 100 frutos (4 repetições de 25 frutos) por modalidade, com intervalos de cerca de 2 meses, tendo-se medido a dureza da polpa, a cor, a acidez titulável e o teor em sólidos solúveis. Estas medições foram efectuadas à saída da câmara e após um período de prateleira de 7 dias a 15 °C (ensaio 1) e de 7 e 15 dias a 20°C (ensaio 2 e 3).

O tratamento estatístico dos dados referentes às características de qualidade foi efectuado por análise de variância a um factor (ANOVA), utilizando o software SPSS for Windows v.12.0. A comparação de médias foi efectuada pelo teste de Scheffé.

Resultados

No ensaio 1 (estado de maturação menos avançado), registou-se uma maior manutenção da tonalidade e da acidez titulável nas peras tratadas, durante o período de conservação em câmara ($P < 0,05$). Quando retirados da câmara e colocados à temperatura ambiente durante 7 dias, os frutos tratados apresentaram um maior valor de dureza da polpa e uma tonalidade mais verde ($P < 0,05$) (Quadro 2). A diferença na dureza da polpa entre peras tratadas e não tratadas variou de 33 a 11,7 N/0,5 cm². A acidez titulável foi cerca de 30 % superior nas peras tratadas com 1-MCP na maioria das datas de amostragem ($P < 0,05$), enquanto o teor em sólidos solúveis totais não foi consistentemente influenciado pelo tratamento com 1-MCP, apesar de tendencialmente mais baixo na testemunha.

No ensaio 2 (estado de maturação intermédio), registaram-se diferenças na dureza da polpa, na cor e na acidez à saída da câmara ($P < 0,05$; Quadro 3). As peras tratadas com 1-MCP apresentaram uma diferença de dureza da polpa de cerca de 3 N/0,5 cm². Em relação à tonalidade, apesar dos resultados terem apresentado diferenças significativas, corresponderam a cores sensorialmente indistinguíveis por serem muito próximos. No início do período de conservação (82 dias após a colheita), a diferença verificada na dureza da polpa à saída da câmara manteve-se durante 7 e 15 dias à temperatura ambiente ($P < 0,05$). Em relação à tonalidade, a diferença apenas se manteve durante 7 dias (Quadro 3). Durante todo o período de conservação, a acidez foi sempre 5 % superior nas peras tratadas, mesmo após 15 dias a 20 °C. O índice

refractométrico revelou-se ligeiramente superior nos frutos tratados com 1-MCP ($P < 0,05$) quer quando avaliado à saída da câmara quer durante o período de prateleira.

No ensaio 3 (estado de maturação mais avançado), não se verificou de forma consistente o efeito do 1-MCP na evolução de qualquer das características avaliadas.

Discussão

É sugerido que a aplicação de 1-MCP permite uma maior manutenção da dureza da polpa, da cor e da acidez titulável em pêra ‘Rocha’ durante a conservação em regime de atmosfera normal. No entanto, a eficácia do tratamento, no que respeita à duração e nível de inibição na evolução destas características, dependerá bastante do estado de maturação dos frutos quando tratados. Estes resultados estão de acordo com os de Calvo (2004), que também verificou um menor efeito da aplicação de 1-MCP durante a conservação em câmara, num ensaio com peras ‘Williams’ colhidas tardiamente.

Também se sugere que a aplicação de 1-MCP em pêra ‘Rocha’ poderá provocar um atraso do amadurecimento dos frutos quando retirados da câmara de conservação e colocados a 20 °C. No entanto, a duração dos efeitos do 1-MCP e o nível de inibição na evolução de características de qualidade como a dureza da polpa, a cor e a acidez dependerão também do estado de maturação dos frutos aquando do tratamento.

Embora as enzimas que desdobram o amido não sejam reguladas pelo etileno, verificou-se que as peras tratadas com 300 ppb 1-MCP apresentaram em geral um índice refractométrico superior ao determinado nas peras sem tratamento. As mesmas tendências foram também observadas por Isidoro (2005), que refere a ausência de efeito do 1-MCP na diminuição do teor em sólidos solúveis, tendo-se verificado, pelo contrário, um ligeiro aumento na maioria dos casos.

Dado que a conservação das peras foi efectuada em câmaras frigoríficas diferentes, nomeadamente a sua dimensão e sistema de ventilação, os resultados obtidos devem ser analisados com precaução. De futuro, sugere-se que sejam realizados ensaios com diferentes concentrações de 1-MCP (entre 100 e 300 ppb) em frutos com estados de maturação mais diferenciados para uma melhor avaliação da influência dos factores concentração e estado de maturação na eficácia do tratamento. Poderá testar-se também o efeito do 1-MCP em peras armazenadas em atmosfera normal, em atmosfera controlada e em condições comerciais.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado através do projecto AGRO 518 – “Melhoria da qualidade e segurança alimentar de pêra, maçã e kiwi em pós-colheita”. Agradece-se à AgroFresh Inc. a cedência do 1-MCP.

Referências

- Avelar, M.L. & Rodrigues, A.C. 1999. Teste de regressão do amido em pêra ‘Rocha’. Edição da Estação Nacional de Fruticultura Vieira Natividade. Alcobaça.
- Bai, J.H. & Chen, P.M. 2005. Extending shelf-life of partially ripened ‘d’Anjou’ pears by 1-methylcyclopropene treatment. *Acta Horticulturae*, 671: 325-331.
- Blankenship, S.M. & Dole, J.M. 2002. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology*, 28: 1-25.
- Calvo, G. 2003. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on pear maturity and quality. *Acta Horticulturae*, 628: 203-211.

- Calvo, G. 2004. Efecto del 1-Metilciclopropeno (1-MCP) en peras cv. Williams cosechadas con dos estados de madurez. *Revista de Investigaciones Agropecuárias*, 33: 3-26.
- Calvo, G. & Sozzi, G.O. 2004. Improvement of postharvest storage quality of 'Red Clapp's' pears by treatment with 1-methylcyclopropene at low temperatures. *Journal of Horticulture Science and Biotechnology*, 79(6): 930-934.
- Ekman, J.H., Clayton, M., Biasi, W.V. & Mitcham, E.J., 2003. Interactions between 1-MCP concentration, treatment interval and storage time for Bartlett pears. *Postharvest Biology and Technology*, 31: 127-137.
- Isidoro, N.F.A. 2005. Evolução do α -farneseno e dos trienos conjugados e sua relação com a incidência de escaldão superficial durante o armazenamento de pêra 'Rocha'. Efeitos da data da colheita, da atmosfera controlada, da difenilamina e do 1-metilciclopropeno. Tese de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto.
- Mitcham, B., Mattheis, J., Bower, J., Biasi, B. & Clayton, M. 2001. Responses of European pears to 1-MCP. *Perishables Handling Quarterly*, 108: 16-19
- Neto, C., Goulão L., Clemente J., Gomes M.H., Duarte, P., Almeida, D. & Oliveira, C. 2005. Efeito do 1-metilciclopropeno em maçãs e peras armazenadas em atmosfera normal. V Congresso Ibérico de Ciências Horticolas, vol 4. *Actas Portuguesas de Horticultura*, 8: 382-389.
- Rizzolo, A., Cambiaghi, P., Grassi, M. & Zerbini, P.E. 2005. Influence of 1-methylcyclopropene and storage atmosphere on changes in volatile compounds and fruit quality of Conference pears. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(25): 9781-9789.
- Sisler, E.C. & Serek, M., 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. *Physiol. Plant.* 100: 577-582.
- Zerbini, P.E., Cambiaghi, P., Grassi, M. & Rizzolo, A. 2005. The effect of 1-MCP on the quality of 'Conference' and 'Abbe Fetel' pears. *Acta Horticulturae*, 671: 397-403.

Quadros

Quadro 1 – Peso, calibre, índice de regressão de amido, dureza da polpa, tonalidade ("hue") da epiderme, acidez titulável e índice refractométrico das peras à colheita nos três ensaios

	Ensaio 1 (colheita em 17/08/2004)	Ensaio 2 (colheita em 18/08/2005)	Ensaio 3 (colheita em 25/08/2005)
Peso (g)	146,7±2,5a	131,2±2,5b	135,3±2,5b
Diâmetro equatorial (mm)	62,5±0,4	61,9±0,4	62,2±0,4
Índice de regressão de amido	5,3±0,1b	4,6±0,17c	6,4±0,14a
Dureza da polpa (N/0,5 cm ²)	62,0±0,8a	52,5±0,5b	51,3±0,4b
Tonalidade ("hue", °)	109,2±1,8	106,2±0,3	109,0±0,2
Índice refractométrico (°Brix)	9,5±0,2a	11,4±0,2b	11,1±0,1b
Acidez titulável (g ác. málico/L)	3,9±0,2a	3,4±0,1a	1,7±0,6b

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem significativamente ($P \leq 0,05$)

Quadro 2 – Dureza da polpa, tonalidade (“hue”) da epiderme, acidez titulável e índice refractométrico em pêra ‘Rocha’ no ensaio 1 (estado de maturação menos avançado), à saída da câmara e ao fim de 7 dias a 15 °C

Dias após a colheita	Saída da câmara		7 dias a 15 °C	
	Test	300 ppb	Test	300 ppb
<i>Dureza da polpa (N/0,5 cm²)</i>				
78	46,8±0,3	48,7±0,3	22,5±0,5b	55,5±0,5a
140	62,1±0,9	61,4±0,8	45,8±0,4b	60,5±0,7a
199	53,9±0,8	54,7±0,7	41,3±0,4b	53,3±0,6a
<i>Tonalidade (“hue”; °)</i>				
78	106,9±0,5b	109,3±0,3a	99,1±0,5b	110,3±0,6a
140	102,4±0,5b	107,8±0,5a	98,9±0,7b	106,4±0,3a
199	98,7±0,3b	104,9±0,3a	100,1±0,2b	106,1±0,2a
<i>Acidez titulável (expressa em g ácido málico/L)</i>				
78	3,8±0,1	3,9±0,2	3,6±0,4	4,2±0,4
140	2,7±0,3	3,9±0,4	4,1±0,5	3,7±0,2
199	2,7±0,2b	3,6±0,1a	3,0±0,2b	4,1±0,1a
<i>Índice refractométrico (°Brix)</i>				
78	10,9±0,1	10,6±0,5	10,9	11,3
140	10,4±0,3b	11,0±0,0a	11,4±0,4	11,5±0,4
199	10,3±0,2b	11,3±0,3a	10,2±b	11,0±0,0a

Médias com letras diferentes entre modalidades para cada parâmetro e momento de medição diferem significativamente ($P < 0,05$)

Quadro 3 – Dureza da polpa, tonalidade (“hue”) da epiderme, acidez titulável e índice refractométrico em pêra ‘Rocha’ no ensaio 2 (estado de maturação intermédio), à saída da câmara, aos 7 dias e 15 dias a 20 °C

Dias após a colheita	Saída da câmara		7 dias a 20 °C		15 dias a 20 °C	
	Test	300 ppb	Test	300 ppb	Test	300 ppb
<i>Dureza da polpa (N/0,5cm²)</i>						
82	41,5±0,9b	44,9±0,9a	7,1±0,6b	9,7±0,4a	5,1±0,2b	6,1±0,2a
118	37,8±0,6	35,9±0,7	8,2±0,3	8,7±0,4	6,6±0,3	5,9±0,2
185	33,3±0,7b	37,2±0,5a	10,1±0,4	8,2±0,3	7,6±0,3	9,2±2,6
<i>Tonalidade (“hue”; °)</i>						
82	95,9±0,4	96,2±0,4	90,9±0,2b	92,4±0,2a	84,7±1,1	86,9±1,1
118	88,6±0,3b	91,8±0,4a	86,7±0,2	85,0±0,3	83,1±0,3b	85,8±0,2a
185	84,9±0,3b	86,5±0,3a	85,9±0,2	86,1±0,2	84,7±0,2b	85,6±0,2a
<i>Acidez titulável (expressa em g ácido málico/L)</i>						
82	2,5±0,2b	3,6±0,1a	2,5±0,1b	3,3±0,1a	1,8±0,1b	2,7±0,2a
118	2,6±0,0a	4,0±0,2a	2,0±0,1b	2,6±0,1a	1,5±0,1b	2,8±0,2a
175	1,8±0,1b	2,5±0,1a	1,9±0,0b	2,6±0,1a	1,7±0,0b	2,7±0,0a
<i>Índice refractométrico (°Brix)</i>						
82	11,4±0,2b	12,4±0,2a	12,3±0,1b	12,9±0,1a	12,9±0,2b	12,8±0,1a
118	12,4±0,1	12,8±0,2a	11,1±0,1b	12,2±0,2a	11,8±0,2b	12,6±0,2a
175	11,7±0,0b	12,4±0,2a	11,7±0,2b	12,4±0,1a	11,9±0,1	12,1±0,1

Médias com letras diferentes entre modalidades para cada parâmetro e momento de medição diferem significativamente ($P < 0,05$)

Quadro 4 – Dureza da polpa, tonalidade (“hue”) da epiderme, acidez titulável e índice refractométrico em pêra ‘Rocha’ no ensaio 3 (estado de maturação mais avançado), à saída da câmara, aos 7 e 15 dias a 20 °C

Dias após a colheita	Saída da câmara		7 dias a 20 °C		15 dias a 20 °C	
	Test	300 ppb	Test	300 ppb	Test	300 ppb
<i>Dureza da polpa (N/0,5cm²)</i>						
74	42,8±0,8	42,2±0,4	9,1±0,3	6,9±0,3	4,2±0,2	4,0±0,1
110	36,6±0,7	36,5±0,6	7,6±0,2b	9,5±0,3a	5,2±0,2	6,0±1,5
175	40,0±0,7	38,5±0,5	14,1±0,4b	17,0±0,5a	7,7±0,3	8,4±0,3
<i>Tonalidade (“hue”; °)</i>						
74	100,3±0,4	100,5±0,3	94,2±0,2	94,4±0,2	91,1±0,1	90±0,7
110	96,5±0,3	97,7±0,3	94,1±0,2a	93,5±0,2b	84,5±0,2b	87,0±0,2a
175	91,7±0,2a	92,3±0,2b	87,6±0,2b	88,3±0,2a	85,1±0,2	85,7±0,2
<i>Acidez titulável (expressa em g ácido málico/L)</i>						
74	1,6±0,1	1,8±0,1	1,5±0,1	1,6±0,0	1,1±0,0a	1,4±0,0b
110	1,2±0,1	1,3±0,1	1,2±0,1	1,3±0,1	1,2±0,0	1,3±0,0
175	0,9±0,1	1,2±0,0	2,9±0,3a	1,7±0,1b	1,1±0,1	0,9±0,1
<i>Índice refractométrico (°Brix)</i>						
74	11,1±0,0	11,5±0,3	11,4±0,1	11,3±0,2	11,7±0,1	11,5±0,1
110	11,2±0,1	11,0±0,1	11,3±0,1	11,4±0,1	11,1±0,1	10,9±0,1
175	10,3±0,1	10,4±0,1	10,3±0,2	10,1±0,1	11,1±0,1a	10,5±0,1b

Médias com letras diferentes entre modalidades para cada parâmetro e momento de medição diferem significativamente ($P < 0,05$)